

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
12 septembre 2002 (12.09.2002)

(10) Numéro de publication internationale  
PCT  
WO 02/071571 A1

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : H02J 7/35,  
H01L 31/042

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : SAINT-  
GOBAIN GLASS FRANCE [FR/FR]; "Les Miroirs", 18,  
avenue d'Alsace, F-92400 Courbevoie (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR02/00457

(72) Inventeur; et  
(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : ERBAN  
Christof [DE/DE]; Haus-Heyden-Strasse 201, 52134  
Herzogenrath (DE).

(22) Date de dépôt international : 6 février 2002 (06.02.2002)

(25) Langue de dépôt : français

(74) Mandataire : MULLER, René; Saint-Gobain Recherche,  
39, quai Lucien Lefranc, F-93300 Aubervilliers (FR).

(26) Langue de publication : français

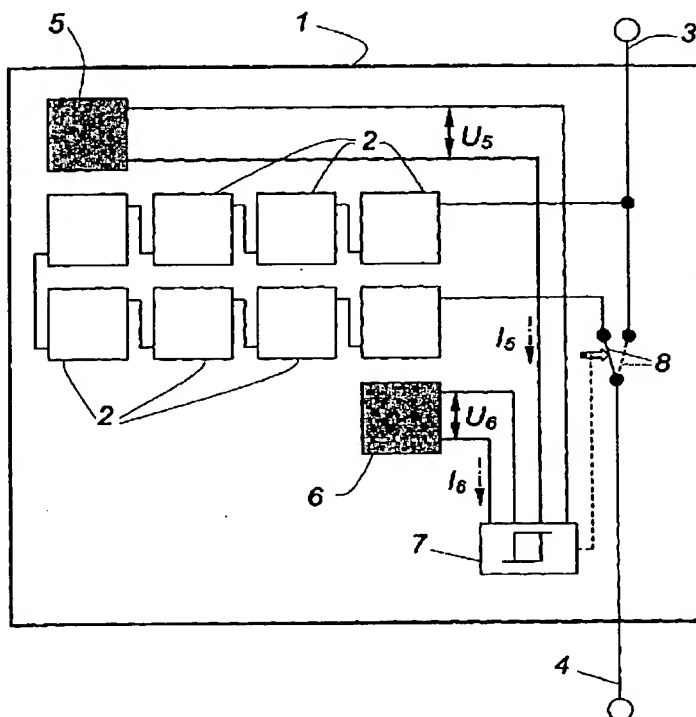
(30) Données relatives à la priorité :  
101 07 600.2 17 février 2001 (17.02.2001) DE

(81) États désignés (national) : AE, AG, AI, AM, AT, AU, AZ,  
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,  
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR MANAGING A PHOTOVOLTAIC SOLAR MODULE AND A PHOTOVOLTAIC SOLAR MODULE

(54) Titre : PROCÉDE DE GESTION D'UN MODULE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE ET MODULE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE



(57) Abstract: The invention relates to a solar module (1) comprising numerous individual solar cells (2) which are electrically interconnected in series, having at least one solar cell (5, 6) that is exposed to the same conditions but which is not connected to the other solar cells and which acts as a sensor for the instantaneous incident light on the solar module. Said module is also provided with a switching device (8) that can be controlled at least indirectly by the sensor in order to act on the electrical power leaving the solar module. According to the invention, at least two solar cells (5, 6), which are disposed at a great distance from one another, are provided as sensors, the output voltages or currents of which are directed to an evaluation circuit (7) where they are compared to one another by the latter. Said evaluation circuit (7) connects, by means of the switching device (8), a bypass which shunts the series circuit of solar cells (2) in the solar module (1) when the difference between the output from both sensors exceeds a threshold value.

[Suite sur la page suivante]

WO 02/071571 A1



HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasiatique (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

avec rapport de recherche internationale  
— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) **Abstré :** Dans un module solaire (1) comportant une pluralité de cellules solaires individuelles (2) branchées électriquement en série les unes par rapport aux autres, avec au moins une cellule solaire (5, 6) exposée aux mêmes conditions et non reliée aux autres cellules solaires, qui sert de capteur de la lumière incidente instantanée sur le module solaire et avec un dispositif de commutation (8) apte à être asservi au moins indirectement au capteur pour agir sur la puissance électrique de sortie du module solaire, solaire, selon l'invention, au moins deux cellules solaires (5, 6) disposées à une grande distance l'une de l'autre sont prévues comme capteurs dont les tensions ou courants de sortie sont amenés à un circuit d'évaluation (7) et sont comparés l'un à l'autre par ce dernier, et le circuit d'évaluation (7) branche au moyen du dispositif de commutation (8) une dérivation qui pontre le circuit série des cellules solaires (2) du module solaire (1) lorsqu'il existe entre les sorties des deux capteurs une différence qui dépasse une valeur de seuil.

PROCEDE DE GESTION D'UN MODULE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE  
ET MODULE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

L'invention concerne un procédé de gestion d'un module  
solaire photovoltaïque en fonction de la lumière  
incidente, et un module solaire photovoltaïque. Le  
module solaire voltaïque comporte une pluralité de  
5 cellules solaires individuelles branchées  
électriquement en série les unes par rapport aux  
autres, avec au moins une cellule solaire exposée aux  
mêmes conditions, qui sert de capteur de la lumière  
incidente instantanée sur le module solaire et avec un  
10 dispositif de commutation apte à être asservi au moins  
indirectement au capteur pour agir sur la puissance  
électrique de sortie du module solaire.

Lors de l'utilisation d'installations photovoltaïques  
15 présentant des modules solaires de grandes dimensions,  
la position variable du soleil au cours de la journée  
entraîne toujours des mises à l'ombre partielles des  
surfaces équipées de cellules solaires, qui sont  
provoquées par exemple par des constructions voisines,  
20 des antennes, des arbres, etc. Même lorsque la surface  
à l'ombre est petite, ces ombres passagères peuvent  
entraîner de notables pertes de puissance de l'ensemble  
du système constitué de plusieurs modules identiques.  
D'une part, l'entrée de lumière est directement  
25 diminuée dans la zone d'ombre de sorte que le module  
concerné crée moins de puissance électrique. Par  
ailleurs, les cellules solaires d'un module sont en

règle générale branchées électriquement en série. Si le courant (variable en fonction de la lumière incidente) dans le module (ou la partie de module) à l'ombre diminue, il limite en même temps aussi le courant des cellules voisines, non à l'ombre, du même module. En outre, le courant est également limité par d'autres modules branchés en série.

Pour limiter ces perturbations inévitables, on divise chaque module solaire ou chaque système global en une pluralité de systèmes partiels ("chaînes"). Chacun d'eux est doté d'un redresseur propre ("redresseur de chaîne"). Pour des raisons de standardisation, ces redresseurs ont une puissance minimale d'environ 700 Watt. Cela correspond à la puissance créée par un agencement photovoltaïque d'une taille de 7 à 8 m<sup>2</sup> environ.

Dans un tel agencement, on crée et on traite avec un équipement électronique moderne et plusieurs modules branchés en série une tension photovoltaïque qui peut atteindre environ 500 à 600 Volt, une cellule solaire individuelle ayant une tension de travail d'environ 0,5 Volt. Par conséquent, une telle chaîne peut comprendre environ 1 000 à 1 200 cellules solaires individuelles.

25. Une forte ombre locale sur un petit nombre de cellules solaires (1 à 5% de la surface totale) peut alors avoir pour effet une perte de puissance de 75% sur l'ensemble du système.

30 On connaît la technique générale qui consiste à éviter que le courant traverse des cellules solaires à l'ombre ou endommagées, par l'intermédiaire de diodes dites de dérivation, pour que sa diminution ne puisse agir aussi fortement sur l'ensemble du système. La diode de dérivation permet l'écoulement d'un courant de court-circuit lorsque la résistance interne de la cellule solaire dépasse la chute de tension à travers la diode.

De EP-0 896 737 B1, on connaît un agencement solaire photovoltaïque doté d'un dispositif intégré de débranchement qui neutralise la puissance électrique du module lorsqu'il est activé par un dispositif externe de commutation. Ce dispositif ne doit par ailleurs pas limiter les conséquences négatives d'ombres partielles, mais rendre non fonctionnel le module solaire concerné s'il a par exemple été démonté de manière non autorisée. Des manipulations de ce dispositif de débranchement ne sont possibles qu'après destruction de l'ensemble du module.

On connaît des éléments solaires (DE-A1-42 08 469) dont des cellules solaires servent de capteurs pour la mesure du rayonnement solaire effectif. La valeur détectée par ces cellules peut par exemple être utilisée pour présenter au moyen d'écrans d'affichage le rayonnement solaire instantané sur le module concerné.

A partir de US-A-4 175 249, on connaît un agencement de cellules solaires photovoltaïques à commande intégrée dans lequel une cellule solaire indépendante supplémentaire d'une série de plusieurs cellules solaires identiques créant du courant est utilisée uniquement comme capteur de lumière incidente. Cette cellule solaire servant de capteur est exposée aux mêmes conditions de température et de lumière que les cellules solaires créant du courant. Sa tension à vide est utilisée comme signal de mesure, est amplifiée et comparée à la tension de sortie instantanée des autres cellules. En fonction du résultat de cette comparaison, les cellules solaires de l'agencement peuvent être branchées automatiquement en différents états de connexion en série et en parallèle par l'intermédiaire de relais. Cela doit fournir chaque fois la tension de charge de sortie maximale possible.

L'objet de l'invention est de créer un procédé de gestion d'un module solaire en fonction de la lumière incidente et, partant d'un agencement selon le brevet US-A-4 175 249 mentionné ci-dessus, de créer un module  
5 solaire amélioré sur le plan des effets d'une ombre partielle.

Selon l'invention, cet objet est atteint par le procédé dont les étapes consistent à :

- 10 - détecter au moins deux signaux de mesure variables, qui dépendent de la lumière incidente, sur au moins deux cellules solaires disposées à distance l'une de l'autre à l'intérieur du module solaire et définies comme cellules de détection,
- 15 - évaluer ces signaux de mesure dans un circuit d'évaluation,
  - au moyen d'un dispositif de commutation asservi au circuit d'évaluation, ponter les raccordements extérieurs du module solaire en présence d'un écart
  - 20 entre les signaux de mesure situé au-dessus d'une valeur de seuil prédéterminée, et
  - supprimer le pontage des raccordements extérieurs lorsque l'écart entre les signaux de mesure est situé en dessous de la valeur de seuil.

25 Selon une caractéristique, on évalue comme signaux de mesure des signaux de sortie électriques (tension, courant) créés directement par les cellules de détection.

Selon une autre caractéristique, on évalue comme  
30 signaux de mesure des températures détectées sur les cellules de détection.

L'objet de l'invention est également atteint grâce au dispositif qui est caractérisé en ce qu'au moins deux  
35 cellules solaires du module solaire, disposées à une grande distance l'une de l'autre, sont prévues comme capteurs dont les signaux de mesure créés en fonction de la lumière incidente instantanée sont amenés à un circuit d'évaluation et sont comparés l'un à l'autre

par ce dernier, et en ce que le circuit d'évaluation  
branche au moyen du dispositif de commutation une  
dérivation qui ponté le circuit série d'au moins une  
partie des cellules solaires du module solaire  
5 lorsqu'il existe entre les deux signaux de mesure une  
différence qui dépasse une valeur de seuil.  
objets.

Selon une caractéristique, les cellules solaires  
définies comme capteurs ne sont pas intégrées dans le  
10 circuit série des autres cellules solaires et sont  
reliées uniquement au circuit d'évaluation pour le  
transfert des signaux de mesure.

Selon une autre caractéristique, les cellules solaires  
définies comme capteurs sont intégrées dans le circuit  
15 série des autres cellules solaires et sont reliées en  
supplément au circuit d'évaluation pour le transfert  
des signaux de mesure.

Avantageusement, le circuit d'évaluation et le circuit  
de commutation sont disposés dans le module solaire  
20 proprement dit.

Selon encore une autre caractéristique, est prévue une  
pluralité de cellules solaires de détection qui sont  
associées chaque fois par paires à une partie définie  
de la surface du module solaire, et en ce que pour  
25 chacune de ces parties de surface, un dispositif de  
commutation est chaque fois prévu.

De préférence, le dispositif de commutation est prévu  
pour séparer le circuit série des cellules solaires  
d'au moins l'un des raccordements extérieurs lors de  
30 l'activation par le circuit d'évaluation.

Avantageusement, les cellules solaires utilisées comme  
capteurs sont disposées à proximité du bord du module  
solaire plat.

Le dispositif de commutation comprend avantageusement  
35 un relais électromécanique. En variante, il comprend un  
commutateur semi-conducteur de puissance apte à être  
asservi.

Enfin, le circuit d'évaluation commute de nouveau le

dispositif de commutation à l'état de repos lorsque l'on obtient une lumière incidente identique sur les deux cellules solaires de détection.

On peut envisager un circuit série de plusieurs modules solaires comportant au moins un module solaire équipé  
5 selon l'invention.

Partant de la commande automatique de puissance d'un module solaire en fonction de la lumière incidente, déjà connue en soi, l'invention propose de détecter  
10 automatiquement une ombre partielle et éventuellement de brancher une dérivation en comparant la lumière incidente en au moins deux emplacements différents d'un module plat, laquelle dérivation permet d'éviter que le courant passe dans le module (ou la partie de module)  
15 associé à l'ombre concerné. Ainsi, en pratique ce dernier soit "extrait du réseau de modules", le courant qui s'écoule dans les cellules solaires ou modules supplémentaires branchés en série et qui ne sont pas à l'ombre, n'est plus bloqué. Par conséquent, bien que la  
20 puissance électrique du module débranché disparaisse pendant la durée de la mise à l'ombre ou du branchement de la dérivation, la puissance instantanée des autres cellules solaires ou des autres modules reste disponible dans toute sa mesure.

25 Ladite mise à l'ombre partielle peut être détectée directement par évaluation, par exemple détermination de la différence entre les tensions ou courants de sortie des cellules de détection. On peut cependant  
30 aussi utiliser une détection indirecte en détectant par exemple les différences de température provoquées par l'ombre dans les cellules de détection et en les évaluant comme signal différentiel dans le circuit d'évaluation. Eventuellement, on peut même se passer  
35 d'une séparation des cellules de détection vis-à-vis des autres cellules solaires et les utiliser également pour la création de courant dans le circuit en série.



- Dans un développement de l'invention, pour des modules qui présentent une surface de dimensions particulièrement grandes, il est en tout cas prévu une multiplicité de cellules solaires de détection qui surveillent chaque fois par paire une partie définie de la surface du module et qui peuvent chaque fois commander le débranchement contrôlé de cette partie de surface. Cela impose par ailleurs que des dispositifs de commutation appropriés soient prévus dans le module lui-même ou que les conducteurs de sortie de chacune des zones de surface aptes à être branchées séparément aboutissent à l'extérieur, pour pouvoir en cet endroit les ponter au moyen du dispositif de commutation.
- De préférence, l'un des deux conducteurs est complètement débranché en même temps que les pôles du module débranché, ou de la partie débranchée du module, sont pontés. On évite ainsi que la tension qui reste délivrée par d'autres modules soit appliquée sur le module ou la partie de module débranché et puisse éventuellement surcharger ce dernier ou cette dernière. Cette séparation peut s'effectuer aisément au moyen d'un contacteur-inverseur.
- Le dispositif de commutation peut comprendre des moyens de commutation électromécaniques ou électroniques (relais, commutateur à semi-conducteur asservi comme des transistors, des thyristors).
- Par ailleurs, le module solaire comprendra un circuit d'évaluation, de préférence électronique, qui n'entraîne l'opération de débranchement qu'à l'intérieur d'un champ déterminé de tolérance ou au-dessus d'une valeur de seuil définie par rapport à la différence entre les signaux de détection. Ces derniers peuvent être dérivés aussi bien de la tension à vide des cellules solaires utilisées comme capteurs que (si elles ne sont pas branchées en série) de leur courant,

ou bien indirectement, ainsi qu'on l'a déjà indiqué, à partir de la température locale instantanée dans la zone des cellules de détection, si cette température peut être déterminée par des moyens appropriés.

5

Un important avantage de cette configuration du module solaire réside en ce que les cellules solaires de détection peuvent être des cellules solaires de même structure que celles utilisées pour la production de courant. Par conséquent, les modules solaires peuvent être également réalisés en surface de grandes dimensions par la technique des couches minces, en plus de la technologie cristalline classique. Cela présente l'avantage de pouvoir ultérieurement séparer les cellules solaires individuelles les unes des autres par structuration ou répartition des couches continues selon l'état de la technique, et en particulier également de pouvoir séparer les cellules de détection. C'est uniquement lors de la pose des raccordements électriques que les cellules de détection doivent être traitées distinctement. Leurs raccordements extérieurs doivent éventuellement être posés de manière séparée de ceux des autres cellules solaires (qui doivent être branchées en série les unes par rapport aux autres).

25

Dans un autre mode de réalisation, les cellules de détection sont laissées dans le circuit série et leur tension effective est détectée par des prises de tension en parallèle. Ces signaux de tension peuvent servir de signal d'entrée au circuit d'évaluation après découplage galvanique, par exemple par des optocoupleurs. De même, on pourrait prévoir un capteur de température supplémentaire.

35

Il va de soi que les opérations de commutation déclenchées par la surveillance de l'ombre momentanée, partielle ou locale, ne sont prévues que pour le débranchement temporaire du module solaire, et donc

qu'après rétablissement d'une lumière incidente homogène sur les cellules solaires de détection chaque fois concernées, celui-ci est automatiquement réactivé ou raccordé au réseau. L'obscurité s'établissant ou  
5 d'autres ombres régulières sur la totalité de la surface du module solaire n'ont aucun effet sur le dispositif de commutation dans sa forme décrite ici.

D'autres détails et avantages de l'objet de l'invention  
10 ressortent du dessin de deux exemples de réalisation et de leur description qui suit ci-dessous.

Dans le dessin :

15 la figure 1 représente un schéma-bloc de connexion simplifié d'après un premier mode de réalisation d'un module solaire, et

la figure 2 représente un schéma-bloc de connexion  
20 similaire d'un autre mode de réalisation.

Dans la figure 1, une pluralité de cellules solaires 2 sont branchées de manière connue en soi en série les unes par rapport aux autres dans un module solaire photovoltaïque 1. Le module solaire 1 est par ailleurs  
25 équipé de deux raccordements extérieurs 3 et 4 sur lesquels, en fonctionnement, la tension de sortie de l'agencement de cellules solaires est appliquée ou desquels la puissance électrique du module solaire 1 est reprise. Les diodes de dérivation déjà mentionnées,  
30 qui peuvent être associées à des cellules solaires individuelles ou à des groupes de cellules solaires, n'ont pas été représentées ici pour des raisons de simplicité.

35 Dans la plupart des applications, plusieurs de ces modules solaires 1 sont à leur tour branchés les uns aux autres électriquement en série pour ainsi obtenir

des tensions de service de plusieurs centaines de Volts. Cela signifie que la totalité du courant des modules solaires branchés en amont doit également traverser le module représenté ici. Si ce dernier est  
5 alors seul à l'ombre, même partiellement, ou si la lumière incidente ne diminue que sur ce module, sa puissance de sortie diminue. Sa résistance augmente et bloque ainsi également l'écoulement de courant des autres modules.

10

Selon l'invention, le module solaire 1 comprend par ailleurs une première cellule solaire 5 et une deuxième cellule solaire 6 qui sont branchées indépendamment des cellules solaires 2 et qui sont définies comme cellules  
15 de détection de la lumière incidente instantanée. Dans le mode de réalisation réel, elles sont disposées à une grande distance l'une de l'autre, par exemple à proximité du bord du module solaire 1. Leurs raccordements extérieurs, que l'on a chaque fois représenté à la place par une tension de mesure  $U_5$  ou  
20  $U_6$ , sont amenés à un circuit d'évaluation 7 qui n'est représenté que symboliquement. Ce dernier est prévu pour l'actionnement d'un dispositif de commutation 8 dont le fonctionnement sera expliqué plus loin. On a également représenté par des flèches en chaînette les  
25 courants de mesure  $I_5$  et  $I_6$  qui, dans le circuit d'évaluation 7, peuvent également servir de mesure de la lumière incidente instantanée sur les cellules de détection 5 et 6.

30

Le cadre dessiné autour du module solaire 1 symbolise qu'à l'exception des raccordements extérieurs 3 et 4, tous ces composants mentionnés peuvent être installés à l'intérieur d'un module.

35

Dans le mode de réalisation de la figure 2, les deux cellules de détection 5 et 6 ont été incorporées dans un module solaire 1' dans le circuit série des cellules

solaires 2, le reste de la configuration étant inchangé. Par des conducteurs de mesure (supplémentaires) qui sont de nouveau caractérisés par paires par les tensions de mesure  $U_5$  et  $U_6$ , la tension de sortie instantanée des deux cellules est reprise à haute valeur ohmique sur leurs deux raccordements. La reprise des tensions de mesure ne doit évidemment pas influencer la sortie des cellules de détection 5 et 6 à l'intérieur du circuit série. Ces tensions de mesure sont amenées au circuit d'évaluation selon la figure 1. Par rapport au mode de réalisation décrit en premier lieu, cette configuration présente l'avantage que les cellules de détection restent intégrées dans la production de courant du module solaire 1'. Par ailleurs, les conducteurs de mesure parallèles doivent être introduits en supplément et les signaux de mesure doivent être découplés galvaniquement de manière appropriée.

Dans les deux modes de réalisation, le dispositif de commutation 8 présente un état de repos dans lequel il assure une liaison entre le circuit série des cellules solaires 2 et le raccordement extérieur 4 du module solaire 1 ou 1'. Dans cette situation, il existe un parcours ininterrompu de courant entre le raccordement extérieur 3 et le raccordement extérieur 4 par l'intermédiaire du circuit série des cellules solaires 2. A l'état activé (représenté en pointillés), le dispositif de commutation branche un court-circuit entre les deux raccordements extérieurs 3 et 4 du module solaire 1/1'. En même temps, il sépare le circuit série des cellules solaires 2 du raccordement de sortie 4. On assure ainsi qu'aucune tension ne soit appliquée de l'extérieur sur le circuit série. Bien que pour des raisons de clarté, le dispositif de commutation 8 ait été représenté ici sous la forme d'un commutateur électromécanique (relais), on comprend qu'en cet endroit on peut également utiliser des

commutateurs semi-conducteurs appropriés.

Le circuit d'évaluation 7 comprend entre autres un circuit comparateur de l'état de la technique, qui  
5 détecte tout écart entre les signaux de sortie (par exemple les tensions  $U_5 - U_6$  ou les courants  $I_5 - I_6$ ) qui lui sont appliqués par les deux cellules solaires de détection. Suivant les besoins, il est également doté de moyens de découplage galvanique des signaux des  
10 cellules de détection 5 et 6. Il est évident que dans l'agencement de la figure 2, une évaluation des courants traversant les deux cellules de détection pourrait ne pas apporter le résultat souhaité, parce que ces courants sont obligatoirement toujours  
15 identiques du fait que le branchement est en série.

Si la lumière incidente est identique sur toute la surface du module solaire ou au moins sur les deux  
cellules solaires de détection, leurs tensions ou  
20 courants de sortie ne sont pas différents ou ne le sont que de manière négligeable. Par contre, si suite à une mise à l'ombre locale du module solaire, une des cellules solaires de détection est frappée de moins de lumière que l'autre, il apparaît une nette différence  
25 entre leurs tensions de sortie (tout comme dans l'agencement de la figure 1, entre leurs courants). Cette différence est comparée à une valeur de seuil prédéterminée (éventuellement placée, de manière réglable, dans le circuit d'évaluation). Si la  
30 différence dépasse la valeur de seuil, un étage de commutation du circuit d'évaluation 7 active le dispositif de commutation 8 à son état activé. Le courant provenant d'autres modules raccordés en amont ou en aval peut alors traverser sans obstacle la  
35 liaison directe (de dérivation) ainsi établie entre les deux raccordements extérieurs 3 et 4 du module solaire. De même, on empêche de manière sûre une consommation non productive de courant dans le module solaire

débranché.

Si l'ombre portée localement sur le module solaire disparaît (par exemple parce que la position du soleil  
5 a changé) ou si ailleurs les mêmes conditions de lumière incidente s'établissent sur les deux cellules solaires de détection, la différence entre les tensions de sortie (ou entre les courants, dans la figure 1) des deux cellules solaires de détection diminue pour  
10 revenir à zéro. Le circuit d'évaluation 7 détecte cette situation et ramène le dispositif de commutation 8 dans son état de repos, éventuellement avec un certain retard de commutation (hystérésis). Le module solaire 1 est de nouveau branché et prêt à délivrer sa puissance.

## REVENDEICATIONS

1. Procédé de gestion d'un module solaire photovoltaïque comportant une pluralité de cellules solaires branchées électriquement en série entre deux raccords extérieurs en fonction de la lumière incidente instantanée, caractérisé par les étapes consistant à :
- détecter au moins deux signaux de mesure variables, qui dépendent de la lumière incidente, sur au moins deux cellules solaires disposées à distance l'une de l'autre à l'intérieur du module solaire et définies comme cellules de détection,
  - évaluer ces signaux de mesure dans un circuit d'évaluation,
  - au moyen d'un dispositif de commutation asservi au circuit d'évaluation, ponter les raccords extérieurs du module solaire en présence d'un écart entre les signaux de mesure situé au-dessus d'une valeur de seuil prédéterminée, et
  - supprimer le pontage des raccords extérieurs lorsque l'écart entre les signaux de mesure est situé en dessous de la valeur de seuil.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on évalue comme signaux de mesure des signaux de sortie électriques (tension, courant) créés directement par les cellules de détection.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'on évalue comme signaux de mesure des températures détectées sur les cellules de détection.
4. Module solaire (1) comportant une pluralité de cellules solaires individuelles (2) branchées électriquement en série les unes par rapport aux autres, avec au moins une cellule solaire (5, 6) exposée aux mêmes conditions, qui sert de capteur de la



lumière incidente instantanée sur le module solaire et avec un dispositif de commutation (8) apte à être asservi au moins indirectement au capteur pour agir sur la puissance électrique de sortie du module solaire, caractérisé en ce qu'au moins deux cellules solaires (5, 6) du module solaire (1), disposées à une grande distance l'une de l'autre, sont prévues comme capteurs dont les signaux de mesure créés en fonction de la lumière incidente instantanée sont amenés à un circuit d'évaluation (7) et sont comparés l'un à l'autre par ce dernier, et en ce que le circuit d'évaluation (7) branche au moyen du dispositif de commutation (8) une dérivation qui ponté le circuit série d'au moins une partie des cellules solaires (2) du module solaire (1) lorsqu'il existe entre les deux signaux de mesure une différence qui dépasse une valeur de seuil.

5. Module solaire selon la revendication 4, caractérisé en ce que les cellules solaires (5, 6) définies comme capteurs ne sont pas intégrées dans le circuit série des autres cellules solaires (2) et sont reliées uniquement au circuit d'évaluation (7) pour le transfert des signaux de mesure.

6. Module solaire selon la revendication 4, caractérisé en ce que les cellules solaires (5, 6) définies comme capteurs sont intégrées dans le circuit série des autres cellules solaires (2) et sont reliées en supplément au circuit d'évaluation pour le transfert des signaux de mesure.

7. Module solaire selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que le circuit d'évaluation (7) et le circuit de commutation (8) sont disposés dans le module solaire (1) proprement dit.

8. Module solaire selon l'une des revendications 4 à 7, caractérisé en ce qu'est prévue une pluralité de

cellules solaires de détection qui sont associées chaque fois par paires à une partie définie de la surface du module solaire, et en ce que pour chacune de ces parties de surface, un dispositif de commutation est chaque fois prévu.

9. Module solaire selon l'une des revendications précédentes 4 à 8, caractérisé en ce que le dispositif de commutation (8) est en outre prévu pour séparer le circuit série des cellules solaires d'au moins l'un des raccords extérieurs (3, 4) lors de l'activation par le circuit d'évaluation (7).

10. Module solaire selon l'une des revendications précédentes 4 à 9, caractérisé en ce que les cellules solaires (5, 6) utilisées comme capteurs sont disposées à proximité du bord du module solaire plat (1).

11. Module solaire selon l'une des revendications précédentes 4 à 10, caractérisé en ce que le dispositif de commutation (8) comprend un relais électromécanique.

12. Module solaire selon l'une des revendications précédentes 4 à 10, caractérisé en ce que le dispositif de commutation comprend un commutateur semi-conducteur de puissance apte à être asservi.

13. Module solaire selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le circuit d'évaluation (7) commute de nouveau le dispositif de commutation (8) à l'état de repos lorsque l'on obtient une lumière incidente identique sur les deux cellules solaires de détection (5, 6).

14. Circuit série de plusieurs modules solaires comportant au moins un module solaire selon l'une des revendications précédentes 4 à 13.

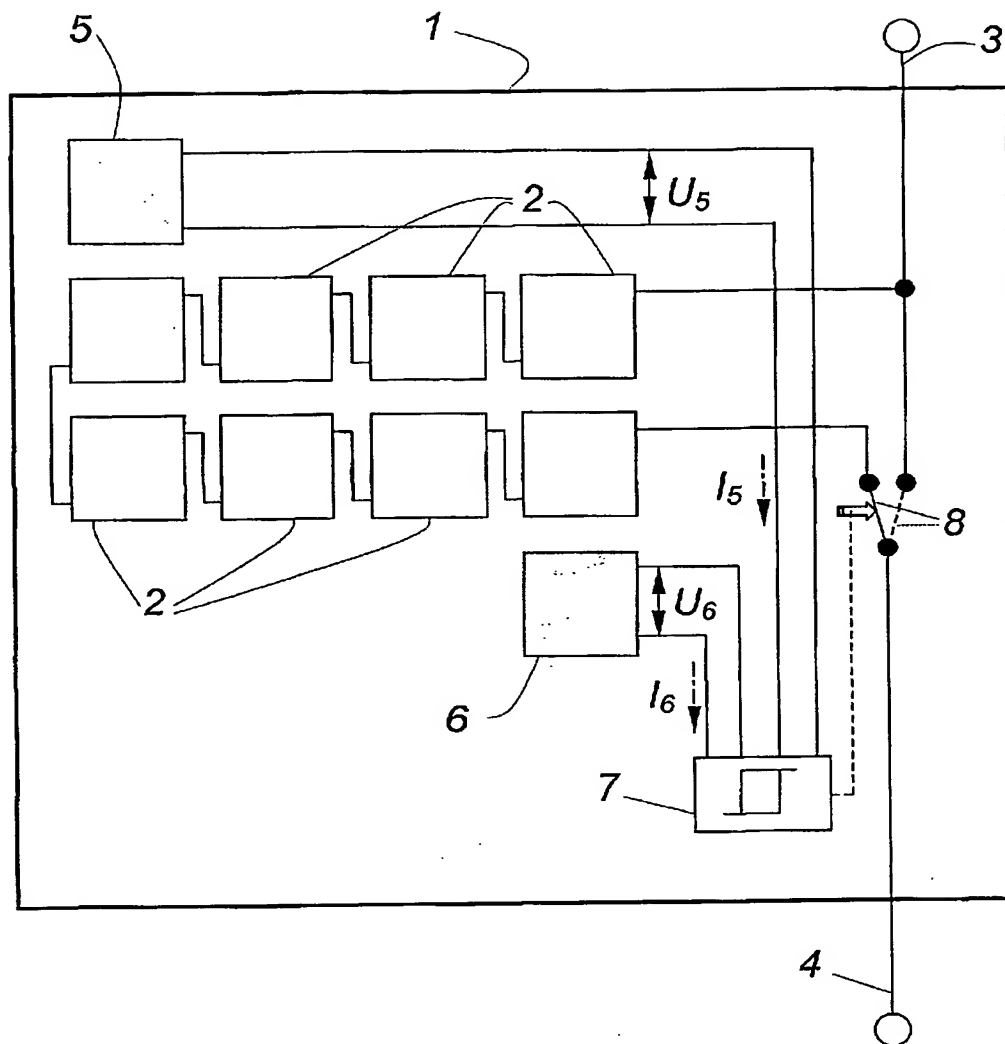


Fig. 1

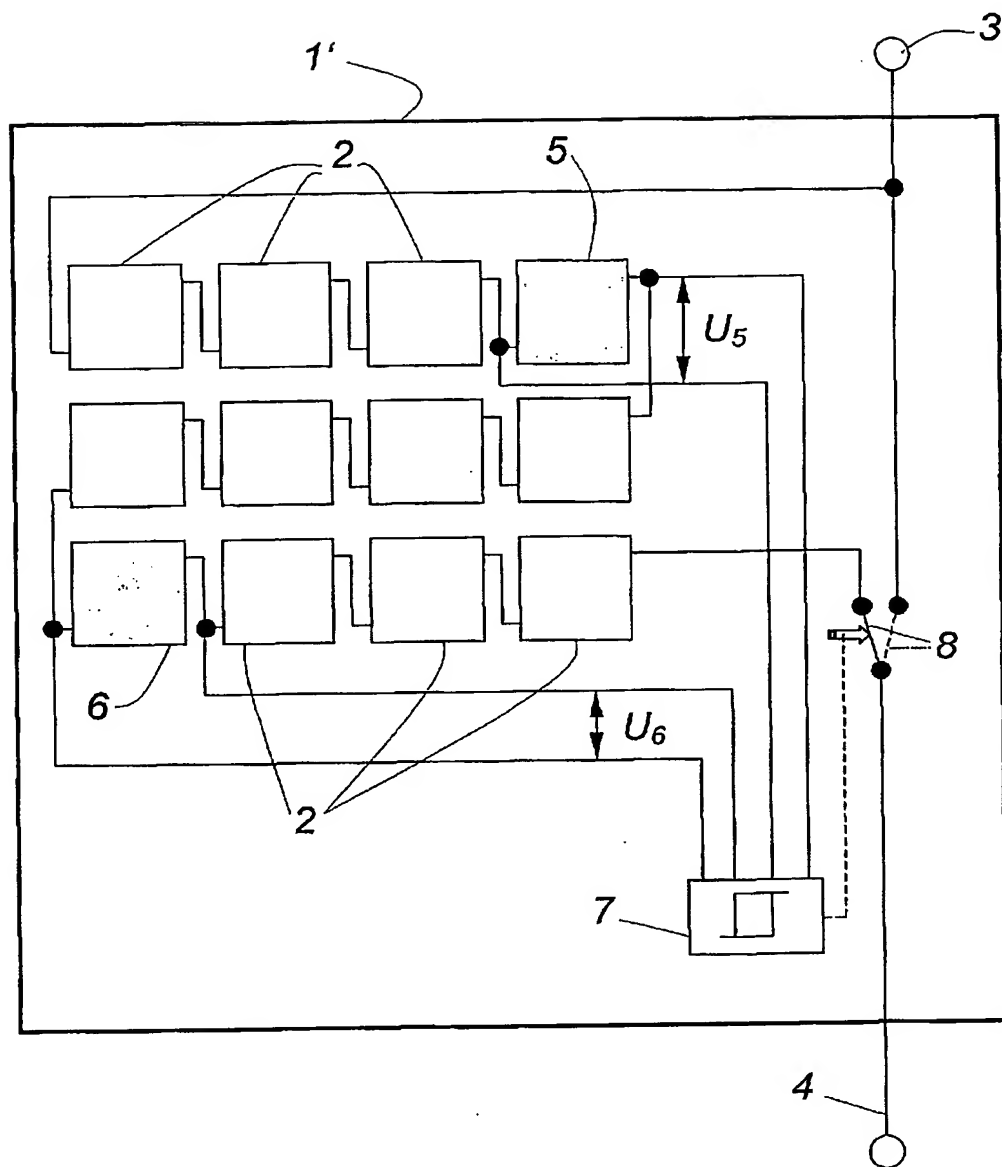


Fig. 2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR 02/00457

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H02J7/35 H01L31/042

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H02J H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 175 249 A (GRUBER ROBERT P) 20 November 1979 (1979-11-20) cited in the application column 4; figure 5	1-14
A	US 5 389 158 A (FRAAS LEWIS M ET AL) 14 February 1995 (1995-02-14) paragraph 'BACKGROUND.OF.THE.INVENTION!	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 August 2002

Date of mailing of the international search report

20/08/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Marannino, E.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 02/00457

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4175249	A	20-11-1979	NONE	
US 5389158	A	14-02-1995	US 5240346 A	28-09-1993
			US 5123968 A	23-06-1992
			US 5091018 A	25-02-1992
			US 5096505 A	17-03-1992
			US 5118361 A	02-06-1992
			US 5217539 A	08-06-1993
			WO 9120097 A1	26-12-1991
			WO 9118420 A1	28-11-1991
			WO 9118419 A1	28-11-1991

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR 02/00457

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 H02J7/35 H01L31/042

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H02J H01L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 175 249 A (GRUBER ROBERT P) 20 novembre 1979 (1979-11-20) cité dans la demande colonne 4; figure 5	1-14
A	US 5 389 158 A (FRAAS LEWIS M ET AL) 14 février 1995 (1995-02-14) alinéa 'BACKGROUND.OF.THE.INVENTION!	1-14



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

\*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

\*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

\*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

\*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

9 août 2002

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

20/08/2002

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Marannino, E.

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Deposé Internationale No

PCT/FR 02/00457

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4175249	A	20-11-1979	AUCUN	
US 5389158	A	14-02-1995	US 5248346 A	28-09-1993
			US 5123968 A	23-06-1992
			US 5091018 A	25-02-1992
			US 5096505 A	17-03-1992
			US 5118361 A	02-06-1992
			US 5217539 A	08-06-1993
			WO 9120097 A1	26-12-1991
			WO 9118420 A1	28-11-1991
			WO 9118419 A1	28-11-1991